

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-262162

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.Cl.

H02G 15/22

H02G 15/24

(21)Application number : 10-060839

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE  
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE

(22)Date of filing : 12.03.1998

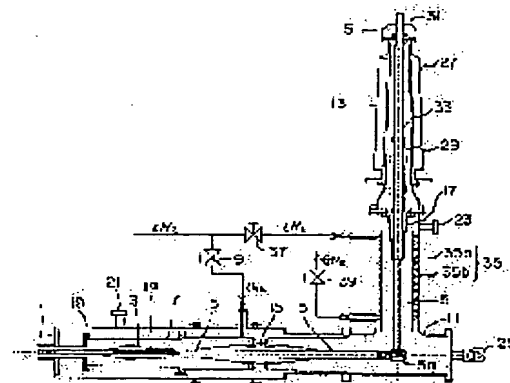
(72)Inventor : TSUBOUCHI HIROKAZU  
MIYOSHI KAZUTOMI  
MUKOYAMA SHINICHI  
YOSHIDA TOSHIKI  
IWATA YOSHIHIRO  
ISHII HIDEO  
HONJO SHOICHI

## (54) TERMINAL CONNECTING APPARATUS OF CRYOGENIC CABLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain a high degree of vacuum in a temperature gradient container over a long term in the case of a vacuum insulation, and improve the dielectric strength of an insulation gas in the container in the case of a gas insulation, by providing a cooling means in the container.

**SOLUTION:** Inside a temperature gradient container 11, a cryopanel 35 with a liquid nitrogen piping 35b attached to a cylindrical metallic panel 35a is provided. A liquid nitrogen is fed to the cryopanel 35 via a flow-rate regulating valve 37. Absorbing heat by the liquid nitrogen in the course of it flowing through the piping 35b of the cryopanel 35, it is gasified to be exhausted from an exhausting panel 39. Bringing the cryopanel 35 into a cryogenic state by the liquid nitrogen flowing in the piping 35b, gases desorbed from materials are adsorbed by the cryopanel 35 to maintain the degree of vacuum in the temperature gradient container 11. As a result in the case of a vacuum insulation, a high degree of vacuum can be maintained in the container 11 over a long term without any continuous evacuation, and in the case of a gas insulation, the dielectric strength of an insulation gas in the container 11 can be improved.



(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平11-262162

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
H02G 15/22  
15/24

識別記号

F I

H02G 15/22  
15/24

A  
C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-60839

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月12日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社  
東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72) 発明者 坪内 宏和

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 三好 一富

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 若林 広志

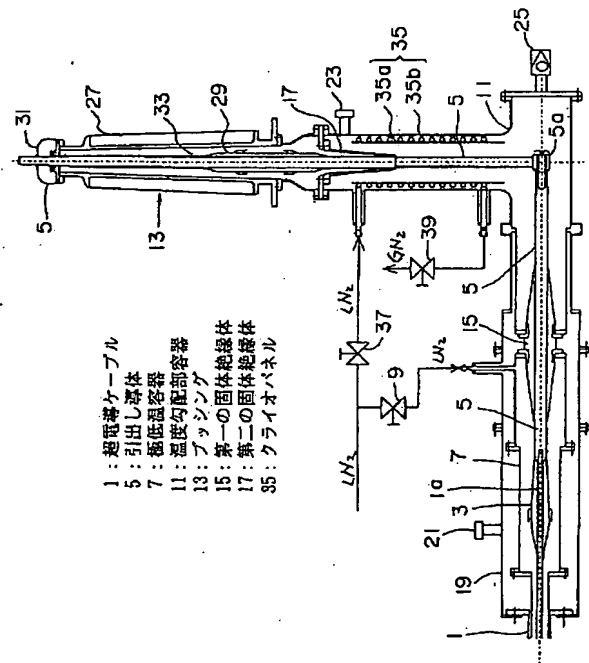
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極低温ケーブルの終端接続装置

(57) 【要約】

【課題】 引出し導体5の温度勾配部を真空又はガスで絶縁した超電導ケーブルの終端接続装置において、真空絶縁の場合は高真空度を長期間維持できるようにして絶縁性能を安定させる。ガス絶縁の場合はガスの絶縁耐力を大きくして装置を小型化する。

【解決手段】 引出し導体5の温度勾配部を収納する容器11内にクライオパネル35を設置して、容器11内を冷却する。真空絶縁の場合は材料からの放出ガスがクライオパネル11に吸着し、高真空度を維持できる。ガス絶縁の場合はガスが冷却されてガスの相対密度が高くなり、絶縁耐力が大きくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】極低温容器内で極低温ケーブルの導体と引出し導体とを接続し、その引出し導体を温度勾配部容器及びブッシングを通してブッシングの先端に引き出し、前記極低温容器と温度勾配部容器との間を第一の固体絶縁体で仕切り、前記温度勾配部容器とブッシングの間を第二の固体絶縁体で仕切り、前記温度勾配部容器内の引出し導体を真空絶縁又はガス絶縁により電氣的、熱的に絶縁してなる極低温ケーブルの終端接続装置において、前記温度勾配部容器内に冷却手段を設けたことを特徴とする極低温ケーブルの終端接続装置。

【請求項 2】冷却手段がクライオパネルであり、クライオパネルの冷却媒体が、温度勾配部容器内が真空絶縁の場合は液体窒素、ガス絶縁の場合は液体窒素をガス化した窒素ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の極低温ケーブルの終端接続装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体窒素などの極低温液体で冷却された極低温ケーブル（超電導ケーブル、極低温抵抗ケーブル等）の終端接続装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】超電導ケーブルの終端接続装置は、一端が超電導ケーブルの導体に接続され、他端が大気中に引き出された引出し導体を備えている。引出し導体は通常、電気及び熱の良導体である銅で構成される。この引出し導体は液体窒素温度から常温までの大きな温度勾配をもつ。超電導ケーブルの終端接続装置は、このような大きな温度勾配をもつ引出し導体を電氣的に絶縁すると共に、外部からの熱の浸入をできるだけ少なくするように配慮しなければならない。

【0003】このような考え方から従来、超電導ケーブルの導体と引出し導体との接続部を収納した極低温容器と、引出し導体の温度勾配部を収納した温度勾配部容器とを固体絶縁体で区分し、温度勾配部容器内を真空にするか又は温度勾配部容器内に絶縁ガス（窒素ガス又は S F<sub>6</sub> ガス等）を充填して、温度勾配部への熱の浸入を抑制しつつ、引出し導体の電気絶縁を行うようにした終端接続装置が提案されている（特開平 8 - 1 9 6 0 2 9 号公報、同 8 - 1 9 6 0 3 0 号公報）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし従来の終端接続装置では次のような問題がある。すなわち、温度勾配部容器内を真空中で絶縁した装置では、電気絶縁性能を安定させるために  $10^{-4}$  Torr ~  $10^{-5}$  Torr の高真空度が必要であり、真空引き空間が大きい場合には、真空度維持のために真空ポンプを用いて常時真空引きを行う必要がある。また温度勾配部容器を封じきりにする場合には、材料からの放出ガスが常にあるため、一定期間ごとに再真

空引きを行わなければならない。このため温度勾配部を真空絶縁にした終端接続装置は、超電導ケーブルのように長期間、絶縁性能の維持を必要とするものには不適と考えられていた。

【0005】一方、温度勾配部容器内をガスで絶縁した装置では、ガスの絶縁耐力が液体窒素や高真空に比較して小さいため、安定した絶縁性能を確保するためには絶縁距離を大きくとるか、ガスの封入圧力を高くする必要があり、装置全体が大型化するという問題がある。

10 【0006】本発明の目的は、以上のような問題点に鑑み、温度勾配部に真空絶縁を採用する場合は高真空度を長期間維持することができ、また温度勾配部にガス絶縁を採用する場合はガスの絶縁耐力を大きくすることができる極低温ケーブルの終端接続装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題の解決手段】この目的を達成するため本発明は、極低温容器内で極低温ケーブルの導体と引出し導体とを接続し、その引出し導体を温度勾配部容器及びブッシングを通してブッシングの先端に引き出し、前記極低温容器と温度勾配部容器との間を第一の固体絶縁体で仕切り、前記温度勾配部容器とブッシングの間を第二の固体絶縁体で仕切り、前記温度勾配部容器内の引出し導体を真空絶縁又はガス絶縁により電氣的、熱的に絶縁してなる極低温ケーブルの終端接続装置において、前記温度勾配部容器内に冷却手段を設けたことを特徴とするものである。

30 【0008】冷却手段としてはクライオパネルを使用するとよく、クライオパネルの冷却媒体としては、温度勾配部容器内が真空絶縁の場合は液体窒素、ガス絶縁の場合は液体窒素をガス化した窒素ガスを用いることが好ましい。

【0009】上記のように温度勾配部容器内にクライオパネル等の冷却手段を設置すると、真空絶縁の場合は、クライオパネル等の冷却手段が低温に冷却されることで、温度勾配部容器内で発生する材料の放出ガスのほとんどがクライオパネル等の冷却手段に吸着されるので、初期真空引きの後、再真空引きを行うことなく、真空度を維持することが可能となる。これにより電気絶縁性能の長期間維持を達成できる。またガス絶縁の場合は、クライオパネル等の冷却手段によって温度勾配部容器内の絶縁ガスの温度が低下する。絶縁ガスは温度が低下すると相対密度が高くなって電気絶縁耐力が向上するため、装置を大型化することなく電気絶縁性能を向上させることが可能である。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

【実施形態 1】図 1 は本発明の一実施形態を示す。図において、1 は超電導ケーブル、3 は超電導ケーブル 1 の

端部に設けられたストレスコーン、5は一端が超電導ケーブル1の導体1aに接続された引出し導体、5aは引出し導体5の中間接続部である。

【0011】超電導ケーブルの導体1aと引出し導体5の接続部は極低温容器7に収納されており、極低温容器7内には超電導ケーブル1内と同じく液体窒素が充填されている。9は極低温容器7へ供給する液体窒素の量を調整するバルブである。引出し導体5は極低温容器7内から温度勾配部容器11内を通り、ブッシング13内を通して、他端がブッシング13の先端で大気中に引き出されている。極低温容器7と温度勾配部容器11の間は第一の固体絶縁体15で仕切れ、温度勾配部容器11とブッシング13の間は第二の固体絶縁体17で仕切られている。

【0012】極低温容器7と第一の固体絶縁体15は、熱の浸入を少なくするため、スーパーインシュレーション等を含む真空断熱容器19で覆われている。21は真空引き口である。また温度勾配部容器11内は真空にあり、これによって引出し導体5と容器11間を電気的、熱的に絶縁している。23は温度勾配部容器11の真空引き口、25は安全弁である。ブッシング13は、碍管27、ストレスコーン29、シールド31、碍管27内に充填された絶縁油（又はSF6ガス）33等で構成されている。

【0013】この終端接続装置の特徴は、温度勾配部容器11の内側にクライオパネル35が設置されていることである。このクライオパネル35は円筒状の金属パネル35aに液体窒素配管35bを取り付けたものである。クライオパネル35には流量調整バルブ37を経て液体窒素が供給され、この液体窒素はクライオパネル35の配管35aを流通するうちに熱を吸収し、ガス化して、排出バルブ39から排出される。クライオパネル35は配管35b内を液体窒素が流れることで極低温になり、材料から放出されるガスを吸着して、温度勾配部容器11内の真空度を維持する働きをする。

【0014】クライオパネル35は、フィンをつけたり波板状にしたりして吸着面積を大きくすれば、真空度の維持がより確実になる。またクライオパネル35の設置位置は特に限定されないが、図示のように温度勾配部容器11内の常温側に設置するのが効果的である。なぜならば温度が高い領域ほど材料からの放出ガスが多いからである。なおクライオパネル35の冷媒には上記のように液体窒素を使用することが好ましい。液体窒素は極低温ケーブルの冷却に使用されており、システムへの導入が容易である。

【0015】〔実施形態2〕図2は本発明の他の実施形態を示す。この終端接続装置が実施形態1の装置と異なる

点は、温度勾配部容器11内に絶縁ガスを充填することにより引出し導体5と容器11間を電気的、熱的に絶縁している点である。41は絶縁ガスの供給口、43は排出口である。絶縁ガスとしては加圧された窒素ガス又はSF<sub>6</sub>。ガスを使用することが好ましい。これ以外の構成は実施形態1と同じであるので同一部分には同一符号を付してある。

【0016】この装置では、クライオパネル35が温度勾配部容器11内のガスの冷却と吸着の両方で作用するので、クライオパネル35の温度が絶縁ガスの設定圧力における凝固点まで低下すると、圧力の維持が困難になるだけでなく、絶縁ガスが液化するおそれがある。このためクライオパネル35の冷却は、液体窒素をエバポレーター45でガス化して温度調整した窒素ガスで行っている。クライオパネル35の温度調整は、窒素ガスの流量を調整することにより行えるが、必要に応じヒーター等の温度調整手段を付加してもよい。

【0017】クライオパネル35により絶縁ガスの温度が低下すると、同じ設定圧力では絶縁ガスの相対密度が高くなるため、絶縁耐力が大きくなる。実験によれば、封入圧力3 kg/mm<sup>2</sup>の窒素ガスは、その温度を約100 Kに下げた場合、絶縁耐力が約40%向上することが確認された。絶縁ガスの絶縁耐力が大きくなれば、その分終端接続装置を小型化することができる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、極低温領域と常温領域の間の温度勾配部に真空絶縁又はガス絶縁を採用した終端接続装置において、真空絶縁の場合は常時真空引きを行うことなく長期にわたって高真空度を維持することが可能となり、またガス絶縁の場合は絶縁ガスの絶縁耐力を向上させることが可能である。したがって真空絶縁の場合は終端接続装置の絶縁性能を安定させることができ、ガス絶縁の場合は終端接続装置を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態を示す断面図。

【図2】 本発明の他の実施形態を示す断面図。

【符号の説明】

1：超電導ケーブル

5：引出し導体

7：極低温容器

11：温度勾配部容器

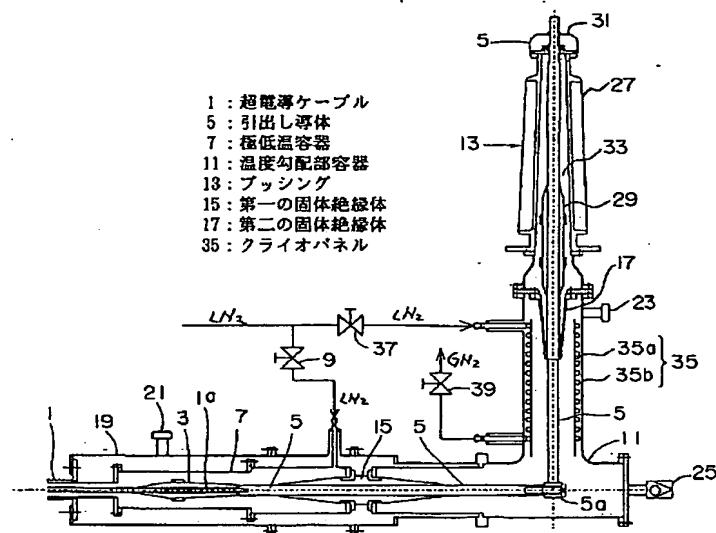
13：ブッシング

15：第一の固体絶縁体

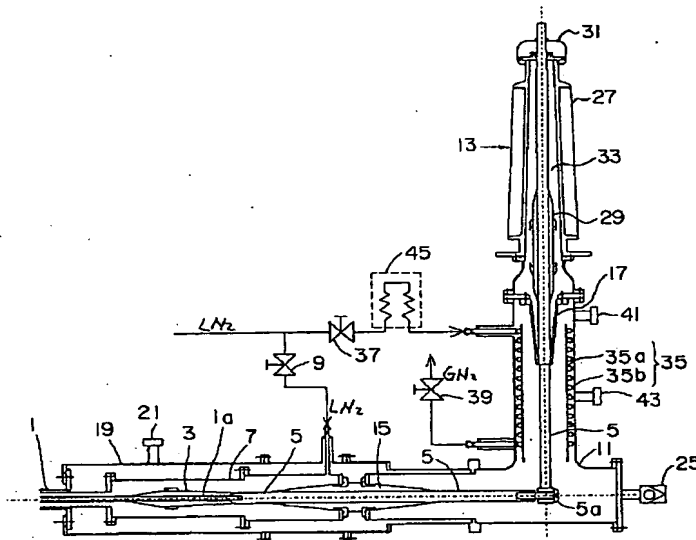
17：第二の固体絶縁体

35：クライオパネル

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 向山 晋一  
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 吉田 俊朗  
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 岩田 良浩  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4 番 1 号  
東京電力株式会社電力技術研究所内

(72)発明者 石井 英雄  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4 番 1 号  
東京電力株式会社電力技術研究所内

(72)発明者 本庄 昇一  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4 番 1 号  
東京電力株式会社電力技術研究所内